



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 30 468 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 25 B 49/02  
F 25 D 29/00

21 Aktenzeichen: P 44 30 468.4  
22 Anmeldetag: 27. 8. 94  
43 Offenlegungstag: 29. 2. 96

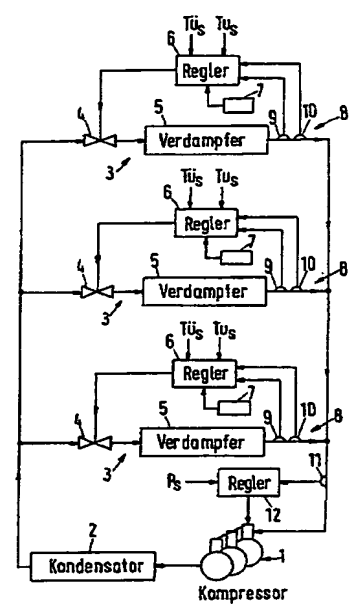
DE 44 30 468 A 1

71 Anmelder:  
Danfoss A/S, Nordborg, DK  
  
74 Vertreter:  
U. Knoblauch und Kollegen, 60320 Frankfurt

72 Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Regeleinrichtung einer Kühlvorrichtung  
  
57 Eine Regeleinrichtung einer Kühlvorrichtung mit einem Kühlkreis, in dem ein Kompressor (1), ein Kondensator (2) und wenigstens ein Zweig (3) mit einem Expansionsventil (4) und einem Verdampfer (5) angeordnet sind, enthält einen Regler (6), eine Überhitzungstemperatur-Meßeinrichtung (8) und einen Umgebungstemperatur-Fühler (7). Der Regler (6) steuert das Expansionsventil (4) im Sinne einer Verminderung eines Unterschieds zwischen Soll- und Istwert der Überhitzungstemperatur, und der Kühlfüllungsfluß zum Verdampfer (5) ist in Abhängigkeit vom Meßwert des Umgebungstemperaturfühlers (7) zur Konstanthaltung der Umgebungstemperatur steuerbar. Um die Kühlvorrichtung mit möglichst hohem Wirkungsgrad zu betreiben, ist dafür gesorgt, daß der mit dem Umgebungstemperaturfühler (7) verbundene Regler (6) stetig wirkt und, bei Erreichen einer Tieftemperatur in einer ersten Betriebsart mit Überhitzungs-temperaturregelung unter Einhaltung der maximal zulässigen Kühlfüllungsfluß im Verdampfer (5), auf eine zweite Betriebsart mit Steuerung des Kühlfüllungsfluß-Füllstands im Verdampfer (5) durch das Expansionsventil (4) im Sinne der Aufrechterhaltung der Tieftemperatur umschaltbar.



DE 44 30 468 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Regeleinrichtung einer Kühlvorrichtung mit einem Kühlkreis, in dem ein Kompressor, ein Kondensator und wenigstens ein 5 Zweig mit einem Expansionsventil und einem nachgeschalteten Verdampfer hintereinander angeordnet sind, mit einem Regler, einer Meßeinrichtung für die Überhitzungstemperatur des Dampfes einer im Verdampfer verdampften Kälteflüssigkeit und einem Fühler für die Umgebungstemperatur des Verdampfers, wobei der 10 Regler in Abhängigkeit von einem Unterschied zwischen Soll- und Istwert der Überhitzungstemperatur das Expansionsventil im Sinne einer Verminderung des Unterschieds steuert und der Kälteflüssigkeitszufluß zum Verdampfer in Abhängigkeit vom Meßwert des 15 Umgebungstemperaturfühlers im Sinne einer Konstanzhaltung der Umgebungstemperatur steuerbar ist.

Bei einer bekannten Kühlvorrichtung dieser Art ist es üblich, die Umgebungstemperatur, z. B. die Lufttemperatur im Kühlraum, mittels eines in der Kälteflüssigkeitsleitung vor dem Expansionsventil, das die Überhitzungstemperatur der im Verdampfer verdampften Kälteflüssigkeit steuert, liegenden Thermostatventils mit Zweipunkt-Verhalten in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Verdampfers zu steuern. Durch das wiederholte Öffnen und Schließen des Thermostatventils unterliegt die Umgebungstemperatur des Verdampfers starken Schwankungen. Da die Ein- und Ausschalt-Temperaturwerte des Thermostatventils unterschiedlich sein müssen, um ein zu häufiges Schalten zu vermeiden, andererseits die Temperatur des Kälteguts einen oberen Grenzwert nicht allzu lange überschreiten darf, liegt der sich durch das Ein- und Ausschalten des Thermostatventils ergebende Mittelwert der Umgebungstemperatur bzw. der Temperatur des Kälteguts verhältnismäßig weit unter dem zulässigen oberen Grenzwert der Kälteguttemperatur. Dementsprechend ist der Mittelwert der Kälteleistung, die umso höher ist, je niedriger die aufrechterhaltende Temperatur ist, stets höher als erforderlich. Darüber hinaus unterliegt auch die Leistung des Kompressors starken Schwankungen, sei es, daß seine Drehzahl oder sein Druck stetig oder unstetig, letzteres durch Ein- und Ausschalten oder stufenweises Ändern seiner Leistung, wie bei einem mehrstufigen 45 Kompressor, geändert wird, was aufgrund der Massenträgheit seiner bewegten Teile zusätzliche Energieverluste zur Folge hat.

Sodann ist die Verwendung zweier Ventile vor dem Verdampfer aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Regeleinrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die bei einfacherem Aufbau einen höheren Wirkungsgrad der Kühlvorrichtung ergibt.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, 55 daß der Regler ein stetiges Verhalten hat und mit dem Umgebungstemperaturfühler verbunden ist, daß der Regler, bei Erreichen einer Tieftemperatur in einer ersten Betriebsart mit Überhitzungstemperaturregelung unter Einhaltung der maximal zulässigen Kälteflüssigkeitsfüllung im Verdampfer, auf eine zweite Betriebsart mit Steuerung des Kälteflüssigkeits-Füllstands im Verdampfer durch das Expansionsventil im Sinne der Aufrechterhaltung der Tieftemperatur umschaltbar ist.

Bei dieser Lösung wird zu Beginn, gegebenenfalls nach einem Anlauf- und Abtauvorgang, in einer ersten Betriebsphase, in der die erste Betriebsart angewandt

wird, das Kältegut durch die Überhitzungstemperaturregelung mit maximalem Füllstand der Kälteflüssigkeit im Verdampfer sehr rasch bis auf die gewünschte tiefe Temperatur abgekühlt und danach in einer zweiten Betriebsphase, in der die zweite Betriebsart angewandt 5 wird, d. h. durch stetige Regelung der Umgebungstemperatur, die Kälteguttemperatur auf dem gewünschten niedrigen Wert gehalten, indem die wirksame Kältefläche des Verdampfers lediglich entsprechend dem Bedarf, d. h. den Wärmeverlusten des Kälteguts, durch die 10 stetige Änderung des Öffnungsgrads des Expansionsventils und damit des Kälteflüssigkeits-Standes im Verdampfer gesteuert wird. Hierbei kann der Sollwert der Umgebungstemperatur so gewählt werden, daß er nahezu oder genau gleich der maximal zulässigen Tieftemperatur des Kälteguts ist, also nicht wesentlich 15 darunter liegt, wie bei einer Zweipunkt-Temperaturregelung, bei der der Sollwert gleich dem Mittelwert der schwankenden Temperatur gewählt wird. Auf diese Weise ergibt sich eine erhebliche Energieeinsparung. Aufgrund der stetigen Regelung sind keine Leistungssprünge auf seiten des Kompressors erforderlich. Sodann kommt man mit nur einem Ventil, dem Expansionsventil, aus.

Vorzugsweise ist dafür gesorgt, daß der Regler, bei 25 Überschreitung eines Minimalwertes der Überhitzungstemperatur während der zweiten Betriebsart, auf die Regelung der Überhitzungstemperatur bis über den Minimalwert umschaltbar ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß auch bei der Regelung der Umgebungstemperatur in der zweiten Betriebsphase bzw. Betriebsart, in der die Umgebungstemperatur bzw. Kälteguttemperatur durch entsprechende Steuerung des Füllstands der Kälteflüssigkeit im Verdampfer, eine sogenannte "Flächensteuerung", bestimmt wird, der maximal zulässige 30 Füllstand im Verdampfer aufgrund einer zu niedrigen Überhitzungstemperatur (Überschreitung des Minimalwertes) nicht überschritten wird und damit sogenannte "Flüssigkeitsschläge" vermieden werden.

Sodann kann das Expansionsventil elektronisch steuerbar und der Regler ein elektronischer Regler sein. Diese Ausbildung ermöglicht einen raumsparenden Aufbau.

Bei mehreren im Kühlkreis parallel liegenden Zweigen mit je einem Expansionsventil und Verdampfer ist es günstig, wenn allen Zweigen ein Kompressor mit einstellbarer Leistung gemeinsam und jedem Expansionsventil ein eigener Regler der genannten Art zugeordnet ist. Eine solche Ausbildung ist bei größeren 45 Kühlanlagen, wie sie beispielsweise in Supermärkten für eine Vielzahl von Kühltruhen mit einem Mehrstufen-Kompressor verwendet wird, vorteilhaft, weil durch die Anwendung der Erfindung hierbei ein häufiges Umschalten der Kompressorstufen vermieden wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

In einem Kühlkreis liegen ein Kompressor 1, ein Kondensator 2 und mehrere parallele Zweige 3 mit je einem 60 Expansionsventil 4 und einem nachgeschalteten Verdampfer 5 hintereinander. Der Steuereingang jedes Expansionsventils 4 ist jeweils mit dem Ausgang eines eigenen Reglers 6 verbunden, dem einerseits ein Überhitzungstemperatur-Sollwert  $T_{us}$  und ein Umgebungstemperatur-Sollwert  $T_{us}$  sowie andererseits von einem die Umgebungstemperatur des Verdampfers, z. B. die Lufttemperatur im Kühlraum oder die Temperatur des Kälteguts, messenden Fühler 7 der Istwert der Umge-

bungstemperatur und von einer Meßeinrichtung 8 für die Überhitzungstemperatur des Dampfes einer im Verdampfer 5 verdampften Kälteflüssigkeit die Meßwerte zugeführt werden. Die Meßeinrichtung 8 besteht im dargestellten Beispiel aus einem Fühler 9 für den Dampfdruck am Ausgang des Verdampfers 5 und andererseits einem Fühler 10 für die Temperatur am Ausgang des Verdampfers. Hierbei ist der Dampfdruck ein Maß für die Temperatur der Kälteflüssigkeit im Verdampfer, da diese Temperatur bei der Verdampfung der Siedetemperatur entspricht. Statt der dargestellten Ausbildung der Meßeinrichtung 8 könnte auch, (unter Beibehaltung des Fühlers 10) die Temperatur am Eingang des Verdampfers 5 gemessen werden. Aus den Meßwerten der Meßeinrichtung 8 ermittelt der Regler 6 dann durch Umformung des Druckmeßwertes in einen Temperaturmeßwert und Differenzbildung der beiden Temperaturmeßwerte den Istwert der Überhitzungstemperatur.

Jeder Regler 6 hat ein stetiges Verhalten. Sowohl die Expansionsventile 4 als auch die Regler 6 sind elektronisch ausgebildet.

An der Saugleitung des Kompressors 1 ist ein Druckfühler 11 angeschlossen, der den Meßwert des Drucks einem Regler 12 zuführt. Dem Regler 12 wird außerdem ein Drucksollwert  $P_s$  zugeführt, wobei der Regler 12 den Druck und damit die Leistung des Kompressors 1 stufenweise regelt.

Während des Betriebs wird der vom Kompressor 1 verdichtete Kälteflüssigkeitsdampf im Kondensator 2 abgekühlt und dadurch wieder verflüssigt und anschließend über die Expansionsventile 4 dem jeweiligen Verdampfer 5 zugeführt.

In einer ersten Betriebsart oder Betriebsphase, gegebenenfalls nach einer Anlauf- und Abtauphase, arbeitet jeder Regler 6 mit Überhitzungstemperaturregelung unter Einhaltung der maximal zulässigen Kälteflüssigkeitsfüllung im zugeordneten Verdampfer 5. Bei Erreichen der gewünschten Tieftemperatur wird der Betrieb jedes Reglers 6 auf eine zweite Betriebsart umgeschaltet, in der der Kälteflüssigkeits-Füllstand im zugeordneten Verdampfer 5 durch das zugeordnete Expansionsventil 4 im Sinne der Aufrechterhaltung der durch den Fühler 7 gemessenen Umgebungstemperatur bei einem Umgebungstemperatur-Sollwert  $T_{us}$  entsprechend der Tieftemperatur gesteuert wird. Das heißt, der Umgebungstemperatur-Sollwert  $T_{us}$  wird gleich dem maximal zulässigen Tieftemperaturwert gewählt, so daß die Kältevorrichtung mit minimaler Energie zur Aufrechterhaltung der gewünschten Tieftemperatur auskommt, im Gegensatz zu einer bislang angewandten Zweipunkt-Regelung der Umgebungstemperatur bzw. der Temperatur des Kälteguts. Denn bei einer Zweipunkt-Temperaturregelung muß der Sollwert unter die maximal zulässige Kälteguttemperatur gelegt werden, weil durch die starken Schwankungen der Temperatur bei einer Zweipunkt-Temperaturregelung um einen Mittelwert, der gleich dem Sollwert ist, die maximal zulässige Kälteguttemperatur erheblich überschritten werden kann, wenn der Sollwert zu nahe an die maximal zulässige Kälteguttemperatur herangelegt wird.

Ferner ist auch die Häufigkeit der Schaltvorgänge des Kompressors aufgrund der stetigen Regelung erheblich verringert.

Entsprechende Vorteile ergeben sich auch bei einer Kältevorrichtung mit nur einem Zweig 3 statt mehrerer paralleler Zweige 3.

# Patentansprüche

1. Regeleinrichtung einer Kältevorrichtung mit einem Kältekreis, in dem ein Kompressor (1), ein Kondensator (2) und wenigstens ein Zweig (3) mit einem Expansionsventil (4) und einem nachgeschalteten Verdampfer (5) hintereinander angeordnet sind, mit einem Regler (6), einer Meßeinrichtung (8) für die Überhitzungstemperatur des Dampfes einer im Verdampfer (5) verdampften Kälteflüssigkeit und einem Fühler (7) für die Umgebungstemperatur des Verdampfers (5), wobei der Regler (6) in Abhängigkeit von einem Unterschied zwischen Soll- und Istwert der Überhitzungstemperatur das Expansionsventil (4) im Sinne einer Verminderung des Unterschieds steuert und der Kälteflüssigkeitszufluß zum Verdampfer (5) in Abhängigkeit vom Meßwert des Umgebungstemperaturfühlers (7) im Sinne einer Konstanzhaltung der Umgebungstemperatur steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (6) ein stetiges Verhalten hat und mit dem Umgebungstemperaturfühler (7) verbunden ist, daß der Regler (6), bei Erreichen einer Tieftemperatur in einer ersten Betriebsart mit Überhitzungstemperaturregelung unter Einhaltung der maximal zulässigen Kälteflüssigkeitsfüllung im Verdampfer (5), auf eine zweite Betriebsart mit Steuerung des Kälteflüssigkeits-Füllstands im Verdampfer (5) durch das Expansionsventil (4) im Sinne der Aufrechterhaltung der Tieftemperatur umschaltbar ist.
2. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (6), bei Unterschreitung eines Minimalwertes der Überhitzungstemperatur während der zweiten Betriebsart, auf die Regelung der Überhitzungstemperatur bis über den Minimalwert umschaltbar ist.
3. Regeleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Expansionsventil (4) elektronisch steuerbar und der Regler (6) ein elektronischer Regler ist.
4. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren im Kältekreis parallel liegenden Zweigen (3) mit je einem Expansionsventil (4) und Verdampfer (5) allen Zweigen ein Kompressor (1) mit einstellbarer Leistung gemeinsam und jedem Expansionsventil (4) ein eigener Regler (6) der genannten Art zugeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

